

جمعية المهندسين الملكية المصرية

« تاسست فى ٣ ديسمبر سنة ١٩٢٠ »

ومعتمدة بمرسوم ملكى بتاريخ ١١ دسمبر سنة ١٩٢٢

(النشرة السابعة للسنة الرابعة)

٤١

محاضرة

— ٢ —

كبارى الخرسان المسلح بمصر

لحضرة السيد افندى جودت

« ألقيت بجمعية المهندسين الملكية المصريه »

فى ٢٥ يناير سنة ١٩٢٤

الجمعية ليست مسؤلة عما جاء بهذه الصحائف من البيان والآراء

تنشر الجمعية على أعضائها هذه الصحائف للنقد وكل نقد يرسل للجمعية يجب ان يكتب بوضوح وترفق به الرسومات اللازمة بالحبر الاسود (شيني) ويرسل برسمها صندوق البريد رقم ٧٥١ بمصر

كبارى الخرسان المسلح بمصر

— ٢ —

لقد ذكرت في مقدمة خطابى السابق انواع الكبارى الخرسانية وسأتكلم عن الانواع الحالية وعن التي ينتظر استعمالها فى المستقبل بمصر فأبدأ بشرح الكباري ذات الطابق المسلح Slab Bridge وهو النوع الذي لا يستعمل الا فى الفتحات الصغيرة التي تتراوح من متر ونصف الى ثلاثة امتار فان كانت الفتحة اصغر من ذلك فتوضع ماسورة لتقوم مقام هذا النوع وان كانت اطول من هذا المقدار فيستحسن من الوجهة الاقتصادية وضع الطابق على كمرات خرسانية اذ عند هذا الحد يبلغ سمك الطابق ٢٥ سنتيمتر تقريبا وذلك لمقاومة المقياس المتبع وهو العشرون طولونانه

أما تصميم الطابق فقد اختلفت البلاد فى حساباته وذلك فى تعيين سعة التأثير Effective width للاحمال المركزة Concentrated loads فالاختلاف بين التصميم الفرنسي والتصميم الامريكي يبلغ الثلاثين في المائة ولم يوجد هناك

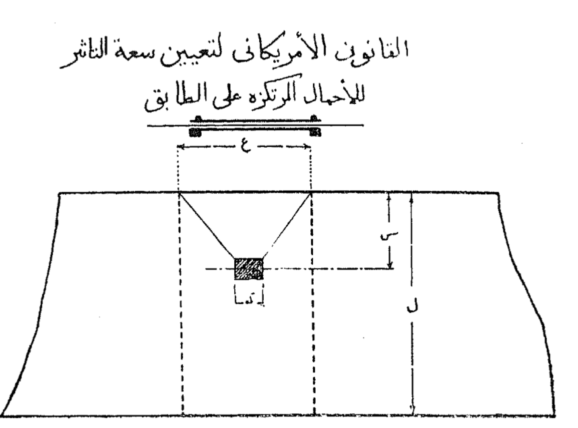
قواعد مبنية على براهين رياضية معينة بل كلها نتيجة تجاريب تختلف نتيجتها باختلاف الظروف في البلدين

الطريقة الامريكية

الطابق بوجه عام نوعان اما أن يكون محمولا من جهتين فقط واما من جهاته الاربع والمهم فى حسابات النوع الاول هو ايجاد سعة التأثير بالاحمال المركزة وقد عملت تجارب حديثة بجامعة Illinots بامريكا وكذلك بمصلحة الطرق الامريكية فاتحدتا فى النتائج وقدمتاها لجمعية التجارب الامريكية وتعين بعدئذ ان سعة التأثير بالاحمال المركزة هي ٢/٣ ل + ك كما هو مبين في الشكل ١

واستنتج ايضا ان سمك الطابق والاسياخ العرضية لا تؤثر كثيرا في طول سعة التأثير كما يجب ان لا تزيد عن واحد فى المائة من القطاع الخرسانى أما ان كان الطابق محمولا من جوانبه الاربعة فيراعي نسبة طولى الجانبين فان بلغ طول احدهما اكثر من مرة ونصف بالنسبة لطول الآخر اعتبر انه محمول من جهتين فقط وتسرى عليه النظرية الاولي

القانون الأمريكانى لتعيين سعة التأثير للأحمال المرتكزه على الطابق



ع = سعة تأثير الاحمال المرتكزه

ك = عرض الحمل المرتكز

ل = عرض الطابق

س = البعد الأصغر للحمل من جانبى الطابق

القانون الأمريكانى

$$ع = \frac{٤}{٣} س + ك$$

فاذا كانت $س = \frac{ل}{٢}$ يكون

$$ع = \frac{٢}{٣} ل + ك$$

شكل نمرة ١

في تصميمه ويمكن معرفة هذه النتيجة من المنحني المبين في شكل ٢ الذى هو نتيجة تجارب جامعة Illiois ومنه يتبين ان سعة التأثير لا تزيد عن ٨٠ ٪ من طول الطابق مهما كان عرضه

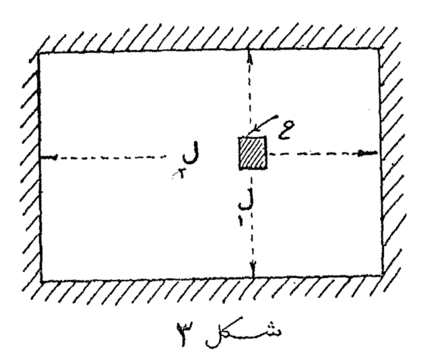
نسبة سعة التأثير الى طول الفتحة

نسبة عرض الطابق الى طول الفتحة

شكل نمرة ٢

أما اذا كان طول احد الجانبين أقل مرة و نصف الآخر فيوزع الحمل على الاربعة جوانب ونسبة التقسيم كالآتى نفرض ان ل_{1} و ل_{2} طول ضلعى الطابق شكل ٣

توزيع الحمل على الجوانب



شكل ٣

و ح هو الحمل المركز وبما أن الهبوط في الاتجاهين متساو ينتج ان $\text{ح}_{1}\,\text{ل}_{1}^{4} = \text{ح}_{2}\,\text{ل}_{2}^{4}$

$$\therefore \frac{\text{ح}_{1}}{\text{ل}_{2}^{4}} + \frac{\text{ح}_{2}}{\text{ل}_{1}^{4}} = \frac{\text{ح}_{1} + \text{ح}_{2}}{\text{ل}_{1}^{4} + \text{ل}_{2}^{4}} = \frac{\text{ح}}{\text{ل}_{2}^{4} + \text{ل}_{4}}$$

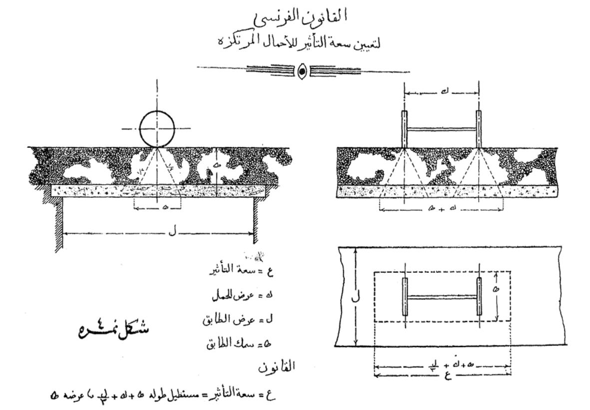
$$\therefore \frac{ح_1}{ح} = \frac{1}{1 + \frac{ل_1^4}{ل_2^4}}$$

$ح_1$ و $ح_2$ هي احزاء الحمل ح الموزعة على الطول $ل_1$ و $ل_2$
وعلى ذلك تصمم الاسياخ الطولية والعرضية لمقاومة مقدار الحمل الموزع عليها سواء كان مركزا أو موزعا بانتظام

الطريقة الفرنسية

في التصميم الفرنسي سمك الطابق له دخل في الحسابات اذ يقدر ميل خطوط تأثير الحمل بنسبة ٢ : ١ كما هو مبين في شكل ٤

ومنه يلاحظ ان الحمل المركز يتحول الى حمل موزع بانتظام ومن هذا التوزيع يمكن ايجاد عزم الانحناء بالطريقة العادية في الكمرات الحديدية أو الخشبية سواء كانت مرتكزة عند طرفيها فقط او مرتكزة عند جملة مواضع فتصمم الاسياخ السفلي لمقاومة العزم الموجب والاسياخ العليا لمقاومة العزم السالب فوق الحوامل


القانون الفرنسى
لتعيين سعة التأثير للأحمال المرتكزه
ك
ه
ل
ه + ك
ه+ك + ل/٣
ع
ع = سعة التأثير
ك = عرض الحمل
ل = عرض الطابق
ه = سمك الطابق
شكل نمره ٤
القانون
ع = سعة التأثير = مستطيل طوله ه + ك + ل/٣ و عرضه ه

أما اذا كان الطابق محمولا من الجهات الاربع فيوزع الحمل على الجهتين طبق القانون الآتي

$$\frac{\text{ع}_{1}}{\text{ع}_{2}} = \frac{1}{1 + 2\,\frac{\text{ل}_{1}^{4}}{\text{ل}_{2}^{4}}}$$

ولم أوفق لايجاد أى برهان نظرى لهذه المعادلة ولو انها ذات اهمية في الحسابات وهي المعادله المعتبرة في القواعد الهندسية المقررة لدى الحكومة الفرنسويه

والطريقة المتبعة فى حسابات الجهود فى الطابق هي تحويل مقدار الحديد الى خرسانة وذلك بضرب مساحة الحديد بالنسبة المرونية ويعتبر الطابق بعدئذ ككمر عادى من الخشب أو الحديد ولسهولة العمل قد عملت جداول كثيرة وخطوط بيانية متنوعة لحل المعادلات الخرسانية وذلك للسرعة فى العمل ولعدم ضياع الوقت في حسابات ربما يكررها المهندس مرارا

ولقد أتيت برسم بيانى شكل ٥ لايجاد موضع محور الخمول داخل الكمرات وبعد تعيينه يمكن ايجاد أقصي جهد الضغط على الخرسانة وأقصي جهد الشد للحديد في الكمرة

بالطريقة الآتية

نأتى اولا بالنهاية العظمي لعزم الانحناء على الكمرة ثم نفرض ان

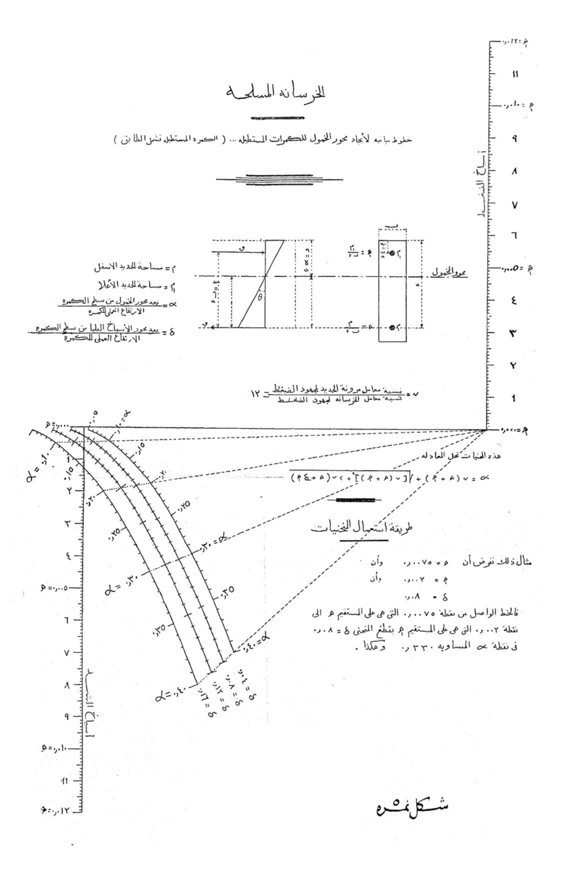
و = بعد محور الخمول من سطح الكمرة

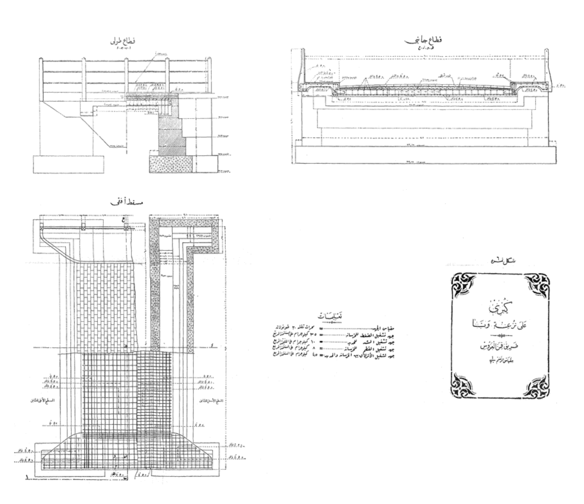
ء = الارتفاع العملي للكمرة

∴ طول ذراع القوة المزدوجة للمقاومة الداخلية = ء — $\frac{و}{٣}$ وعلى ذلك عزم الانحناء = أقصى جهد الحديد × مساحة الحديد × طول الذراع

وبما أن جهد الالياف فى الخرسانة يتغير بتغيير بعدها عن محور الخمول ينتج ان جهد الخرسانة = $\frac{\text{جهد الحديد} \times \text{و}}{\text{ن} \times (\text{د} - \text{و})}$

وهذه الجهود يجب ان لا تزيد عن تشغيل الجهود المتبعة طبق القواعد المقررة وها هو رسم احد هذه الكبارى الصغيرة وهو الكبرى المنشأ على ترعة (ونا) ش ٦ بالقرب من مدينة الواسطي ومقياس جهده هو المحراث ذو العشرون طولوناته للطريق و ٤٠٠ كيلوجرام على المتر المربع لكل من الافريزين Foot-Poths فجميع الحسابات عملت على ان الطابق


الخرسانه المسلحه
خطوط بيانيه لأيجاد محور الخمول للكمرات المستطيله ... (الكمره المستطيله تشمل الطابق)
م = مساحة الحديد الاسفل
م١ = مساحة الحديد الأعلا
α = بعد محور الخمول من سطح الكمره / الارتفاع العملى للكمره
δ = بعد محور الأسياخ العليا من سطح الكمره / الارتفاع العملى للكمره
محور الخمول
ن = نسبة معامل مرونة الحديد لجهود الضغط / نسبة معامل الخرسانه لجهود الضغط = ١٢
أسياخ الضغط
أسياخ الشد
هذه المنحنيات تحل المعادله
α = ن (م + م١) + √[ن (م + م١)]² + ٢ ن (م + δ م١)
طريقة استعمال المنحنيات
مثال ذلك نفرض أن م = ٠٠٧٥ر٠ وأن
م١ = ٠٠٢ر٠ وأن
δ = ٠٨ر٠
فالخط الواصل من نقطة ٠٠٧٥ر٠ التى هى على المستقيم م الى نقطة ٠٠٢ر٠ التى هى على المستقيم م١ يقطع المنحنى δ = ٠٨ر٠ فى نقطة α المساويه ٣٣٠ر٠ وهكذا .
شكل نمره ٥


قطاع طولي
قطاع جانبي
مسقط أفقي
تعليمات
شكل نمرة ٦
كبري

مرتكز الطرفين اى الاسياخ الطولية السفلي هي التي تقاوم عزم الانحناء أما فائدة الاسياخ العرضية السفلي فهي لتوزيع الجهود فقط وتوضع بطريقة عملية لا بطريقه حسابيه ولكن يلاحظ ان هنا شبكة حديديه عليا انشأناها للفوائد الآتية

أولا — تقليل سمك الطابق

ثانيا — ربط الركابات Stirrups التي تقاوم جهد القطع

ثالثا — منع الضرر الناتج من الاحمال الفجائية التي قد ينشأ عنها اهتزازات قوية تجعل السطح الأعلى تحت مجهود الشد والسطح الاسفل تحت مجهود الضغط

رابعا — يعتبر بعض المصممين ان الطابق لم يكن مرتكزا ارتكازا مطلقا Freely supported بل مثبتا تثبيتا جزئيا Partially Fixed وهذا يتطلب وجود الاسياخ العليا لمقاومة العزم السالب

أما تصميم الركابات فيستحسن ان اتكلم عنها عند شرح الكمرات الخرسانية وهذا النوع من الكبارى الصغيرة كانت مصلحة الرى تبنى بدلا عنه برابخ ذات عقود من

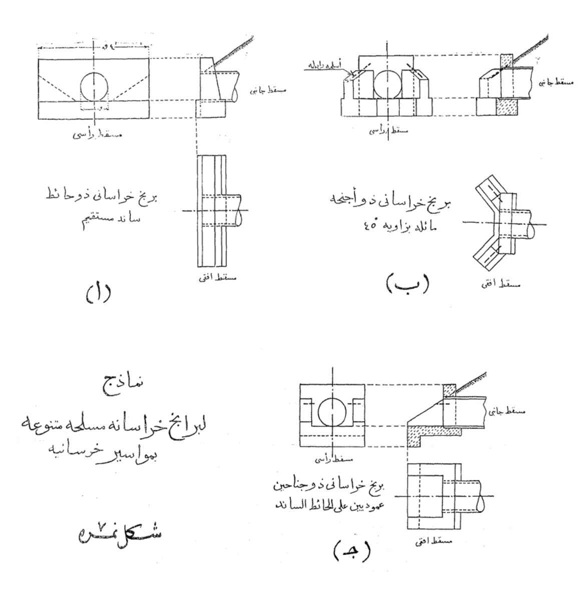
الطوب يتفاوت سمك عقدها من ٢٤ سنتيمترا الى ٥٠ سنتيمترا ولكنها لا تصلح الآن للاحمال المستجدة كما أن بناء الجيد منها يتطلب مصاريف كثيرة لان ثمن الطوب الجيد يبلغ من الخمسة جنيهات الى الستة لكل الف أما الطوب العادي فلا يصلح لان جهد تشغيله للضغط يبلغ الخمسة كيلوجرامات على السنتيمتر المربع

وفى العزم عمل برابخ خرسانية فى المستقبل لتقوم مقام هذه الكبارى الصغيرة كما هو المتبع فى امريكا الآن.

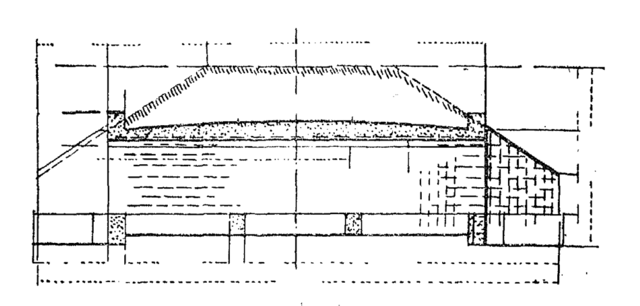
والبرابخ الخرسانية بوجه عام أربعة انواع :—

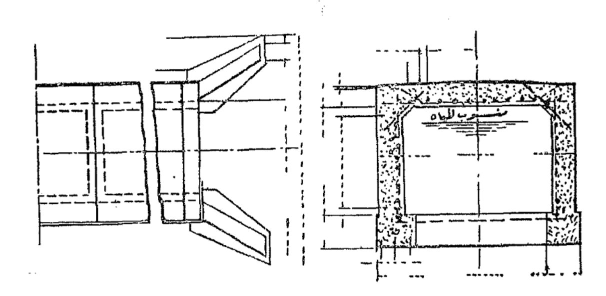
أولا — البرابخ الخرسانية ذات الماسورة الخرسانية وطولها يتعلق بوسع الطريق وميول الجسور كما أن الاكتاف الساندة الامامية والخلفية اما أن تكون موازية للطريق كما في شكل ا أو يكون لها جناحان مائلان يكونان معها ٤٥° كما فى شكل ب أو يكون لها جناحان عموديان عليها كما فى شكل حـ

ثانيا — البرابخ الخرسانية ذات الصندوق وهي تستعمل في حالة ما يكون سطح البربخ هو نفس سطح الكبرى


مسقط جانبي
مسقط رأسي
مسقط افقي
برج خراساني ذو حائط
ساند مستقيم
(أ)
أسلحه رابطه
مسقط جانبي
مسقط رأسي
برج خراساني ذو أجنحه
مائله بزاويه ٤٥°
مسقط افقي
(ب)
نماذج
لبرابخ خراسانه مسلحه متنوعه
بمواسير خرسانيه
شكل نمرة ٢
مسقط جانبي
مسقط رأسي
برج خراساني ذو جناحين
عمودين على الحائط الساند
مسقط افقي
(جـ)

بَرْبَخْ خَرَسَانِي ذُو صَنْدُوقٍ مَفْتُوحٍ





مشكل نمره ٨

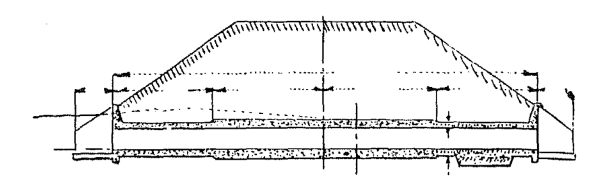
او عند ما يكون مقدار الردم عليها قليل وهذه البرابخ أشبه بالكبارى التي ننشئها الآن والبربخ ذو الصندوق نوعان اما أن تكون ذو صندوق مفتوح كما فى شكل ٨ وفى هذه الحالة يجب ان تعمل أساسات للطابقين الرأسيين كما يجب ان توضع كمرات أفقية لربط الجوانب بحيث تبعد من بعضها البعض بمسافات تجعل الحمل موزعا توزيعا منتظما

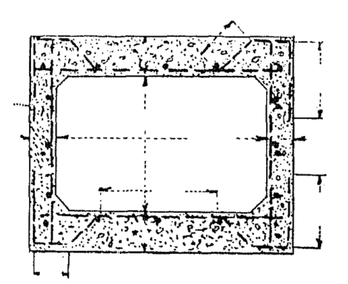
والنوع الآخر هو ذو الصندوق المقفل كما فى شكل ٩ وفي هذه الحالة يصمم الطابق الاسفل مثل الطابق الأعلى لانه تحت تأثير نفس الاحمال

وفي كلتا الحالتين يصمم الطابق الافقي مثبتا تثبيتا جزئيا وعلى ذلك يجب وضع اسياخ كافية في السطح الأعلي من طرفيه لمقاومة العزوم السالبه

ثالثا — البرابخ ذات العقود الخرسانية وهي انواع كثيرة يتخذ منها المهندس ما يلائم نوع العمل أخص بالذكر منها البرابخ المتبعة بمصلحة الطرق بمقاطعة Michigan ش ١٠ وهذا النوع يستعمل اذا كان سطح الطريق أعلى من منسوب

بربخ خرسانى ذو صندوق مقفل





شكل نمرة ٩

الماء ولو استعمل النوع السابق لاستلزم الامر انشاء طابق سميك وهذا غير مستحسن من الوجهة الاقتصاديه

أضف الى ذلك انهذا النوع ان قلت فتحته عن مترين ونصف امكن عمله من خرسانة عاديه لا من خرسانة مسلحة أما ان زاد عن هذا المقدار وجب التسليح

وقد رأيت ان لا اذكر شيئا عن طرق التسليح الآن وفضلت ان أؤجل ذلك حتي اضع الآراء نيك اللازمة وأطبقها عمليا و بعدئذ اقدمها لحضراتكم

ولنأخذ في شرح انشاء الكبارى ذات الطابق الخرسانى المحمول على كمرات خرسانية فأبدأ اولا بشرح الكمرات

لقد عملت تجارب كثيرة على كمرات خرسانية يختلف طولها من مترين الى ستة امتار تقريبا فوضع عليها احمال مركزة واحمال موزعه بانتظام ولكن ظهر أن معرفة الجهود الداخلية بالضبط من الصعوبة بمكان وذلك لحدوث شقوق رفيعة في الكمرات فيتغير شكل القطاعات الذى يسبب تغير نوع الجهود وقد وضعت الاحمال تدريجيا عليها آلى ان كسرت فمرت بذلك على اربعة أدوار

أولا — تصير الالياف الخرسانيه السفلي للكمرات تحت

مجهود الشد فينشأ عن ذلك ان محور الخمول يكون في وسط الكمرة كأنها كمرة خرسانيه عادية لا مسلحه

ثانيا — عند ما يبلغ مجهود الشد فى الخرسانة ٢٤ كيلوجراما على السنتيمتر المربع وهو أقصى جهدها يبتدئ الحديد فى الامتداد وعلى ذلك يخف جهد الشد على الخرسانة ويقل الحمل عليها كما أن محور الخمول يرتفع فيزيد مجهود الضغط على السطح الأعلى للخرسانة

ثالثا — تظهر شقوق رأسية في وسط الكمرة وتزداد فى الامتداد والوسع بزيادة الحمل

رابعا — يأتى دور الكسر فتنكسر الكمرة باحدى الطرق الآتية : —

(ا) ظهور شقوق مائلة تحت الاحمال المركزة

(ب) ظهور شقوق في وسط الكمرة متجهة نحو الجانبين

(حـ) ظهور شقوق تحت الحمل المركز متجهة الى احدى نقط الارتكاز

(د) سحق الالياف العليا للخرسانة تحت مجهود الضغط وهذه الطريقة هي اكثر الطرق الاربع شيوعا وبواسطتها تسحق الالياف العليا للكمرة بينما يصبح الحديد على وشك التطور الى درجة حد المرونة كما هو مبين فى ش ١١

ومن المشاهدات التي لوحظت في عمليات التجارب انه قلما كسرت الكمرات بمجهود القطع لانه متي بلغ مجهود القطع ٧ كيلوجراما على السنتيمتر يبتديء ظهور شقوق قطريه تدل على ان الكمرة كسرت بالشد القطرى وتميل هذه الشقوق ٤٥° فتقطع محور الحمول ثم تبتدأ ان تكون افقية

وقد وجدوا أيضا ان التقوية الرأسية والقطرية تقوى الكمرة بمقدار الضعف وقد جاء فى التقرير الفرنسي ان التقوية القطريه أهم كثيرا من التقوية الرأسيه لانها تمنع الشقوق كما انها تقوى الكمرة حتي في حالة ظهور الشقوق فيها

ولقد ذكرت لحضراتكم ان الاسياخ الافقية السفلى في الكمرات هي التي تقاوم مجهود الشد المباشر الناتج من عزم الانحناء ولكن دلت التجارب علي ان هناك عوامل

شقوق حصلت بعد ازالة الحمل

انسحاق فى الخرسانه

شقوق محوريه

شقوق محوريه

امتداد فى الحديد بعد حد المرونه

كمره مسلحه فى حالة الكسر

بتأثير حمل مركز فى وسطها يزداد تدريجيا

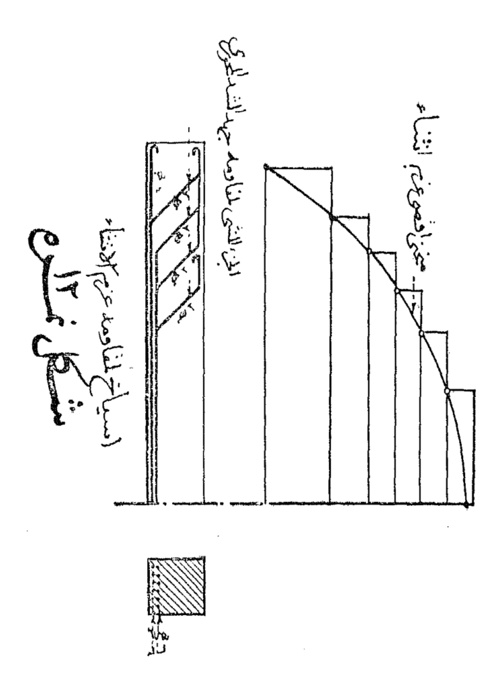
شكل نمره ١١

أخرى أشد خطورة فى التصميم وهي مجهود القطم ومجهود الشد القطري فى الكمرة لذلك وجب وضع اسياخ قطريه ورأسيه لاتقاء خطر هذين العاملين كما أن هذه الركابات يجب ان تثبت بالاسياخ الافقية تثبيتا متينا والا فتكون عرضة للانزلاق على أنه يلاحظ ان فى الامكان استعاضة الركابات القطرية بثنى بعض من الاسياخ الافقية بشرط ان يكون جهد الاسياخ الباقية كاف لمقاومة تأثير عزم الانحناء كما هو في شكل ١٢

وقد يستعمل بعض المهندسين الركابات الرأسيه فقط والبعض يستعمل الركابات القطرية وآخرون يستخدمون الاثنين معا والطريقة الاخيرة هي المتبعة الآن

أما الجهود القطرية لا يمكن تعيينها بالدقة لان جهود القطم والشد القطرى في اى نقطة داخل الكمرة تتغير حسب موضعها بالنسبة لوسط الكمرة وبعدها عن محور الحمول والمعادلة العامة الموجوده في كتب مقاومة المواد هى

$$س_{١} = \frac{س}{٢} + \sqrt{\frac{س^{٢}}{٤} + ق^{٢}}$$



بفرض ان $س_1$ = جهد الشد القطرى

$س$ = جهد الشد الافقى

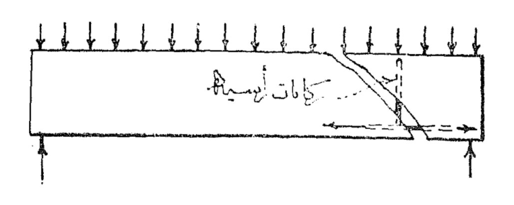
$ن$ = جهد القطم

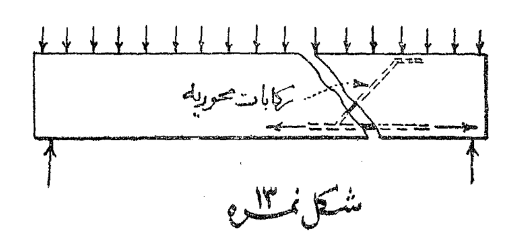
فاذا اعتبرنا أن الخرسانة لا تقاوم الشد الافقي مطلقا

نتج الآن $س_1$ = $ب$ أى جهد الشد القطرى = جهد القطم

لذلك اعتبر المهندسون ان جهد القطم هو العامل الوحيد لقياس الشد القطرى وقد كان الفرنسيون والامريكيون من زمن قصير يستخدمون الركابات الرأسية لتقاوم جهد القطم والركابات القطريه لتقاوم الشد القطرى وجزء من جهد القطم ولكن التجاريب البلچيكية الحديثة اثبتت خلاف ذلك إذ وجدوا ان الركابات الرأسية لا تقاوم الا جهد القطم فقط كما أن الاسياخ المائلة تقاوم الشد القطرى فقط وعلى ذلك وجب اعتبار كل من هذين العاملين على حدته وانى اعتقد ان النظرية الاخيرة هي الاصوب كما يتبين فى شكل ١٣ حيث الاسياخ المائله فى حالة شد ولا تقاوم الا جهد الشد القطري أما الركابات الرأسية فهي عرضة للانحناء قبل مقاومة الشد القطرى diaganal lension

وأن بعض المهندسين يعتبر ان جهد تشغيل القطم للخرسانة هو ٤ كيلوجرام على السنتيمتر المربع فاذا زاد عن ذلك وجب وضع ركابات رأسيه لتقاوم المجهود الباقى والبعض





شكل نمره ١٣

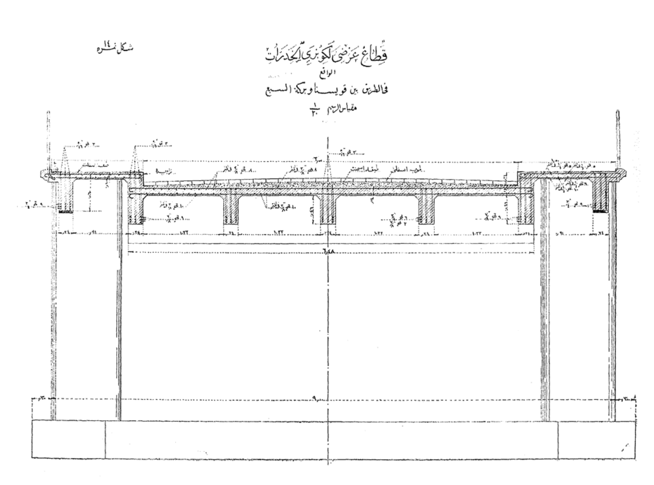
الآخر يضع ركابات رأسيه لمقاومة مجهود القطع بأكمله ولا يجهدون الخرسانة بأى شيء ما

أما بخصوص الشد القطرى فاعتقد ان الواجب وضع ركابات كافية لمقاومته بأجمعه

هذه فكرة عامه عن المجهودات المختلفة داخل الكمرات ولنشرح الآن نوع الكبارى الكمرية

الكبرى بوجه عام مركب من طابق خرسانى محمول على كمرات اصلية Main Girders كما هو مبين في كبرى الخضرات شكل ١٤ الواقع على طريق مصر اسكندريه بين قويسنا وبركة السبع فاذا زاد سمك الطابق عن حد معين يستحسن من الوجهة الاقتصاديه وضع كمرات عرضيه Cross Girders لتخفف الحمل من على الطابق فيقل سمكه وفى هذه الحالة وجب وضع اسياخ فى أعلى الكمرات العرضيه لتقاوم العزوم السالبة كما أن الطابق يصمم كانه محمول من الاربعة جوانب

أما الارضية اما أن تكون قوالب من طوب الاسفلت او الطوب الازرق موضوع على دكة خرسانيه سمكها سنتمترا واحدا عند كل من الجانبين وستة سنتيمترات فى وسط الطريق واما أن تكون من طبقة مكادام سمكها عشرون سنتمترا وهذه الاعتبارات ترتبط بأهمية الطريق أما الافريز فيتوقف على نوع الكبرى فان كان من الدرجة الثانيه أى عرض الافريز متر واحد فقط فيصنع من طابق



شكل نمره ١٤
قطاع عرضى لكوبرى الخدرات
الواقع
فى الطريق بين قويسنا وبركة السبع
مقياس الرسم ١/٢٠

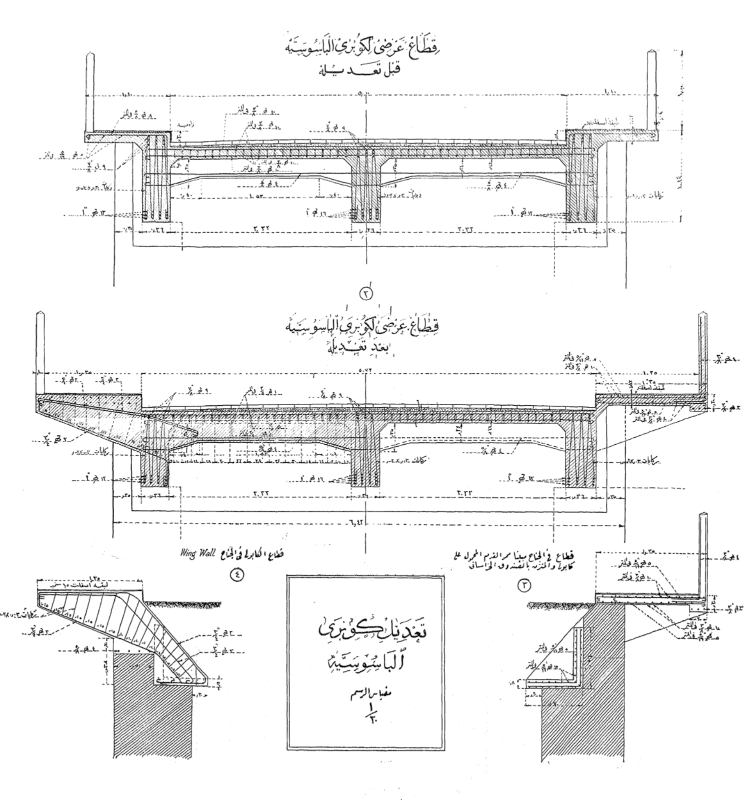
خرساني مصمم كانه كابولى محمل على اسياخ عرضيه كما هو مبين في التصميم الاصلى لكبرى الباسوسيه ش ١٥

أما ان كان الكبرى من الدرجة الاولى أى عرض الافريز فيه متر ونصف فكان في مبدأ الامر يصنع من طابق خرساني محمول علي الكمرة الاصليه الاخيره وكمرة صغيره مساعدة كما هو مبين في كبرى الخضرات ويستلزم هذا التركيب ان تكون عرض الاكتاف ٩٫٢٠ متر علي الاقل ان كان الكبرى مستقيما أما ان كان مشطورا فيزيد عرض الاكتاف حسب الزاويه التي يصنعها محور الطريق مع محور الترعه وقد اقترحت في مبدأ الامر ان هذا الشكل يستلزم نفقات كبيرة فى صنع الاكتاف ويمكن تحميل كل من الافريزين علي كوابيل خرسانيه وعلي ذلك يقل عرض كل من الكتفين بمقدار مترين فلم يلب طلبي في مبـدأ الامر وأخيرا ووفق عليه ولم يساعدنى فى تنفيذ مشروعي الا صدفة لم تكن فى الحسبان اذكرها لحضراتكم

فى يناير سنة ١٩٢٣ بدأت المصلحة فى بناء كبرى جديد

علي ترعة الباسوسيه بقرب بنها فتولى العمل المقاول وكان الكبرى مصمما علي ان يكون من الدرجة الثانيه أى وسع طريقه خمسة امتار وكل من افريزيه متر واحد ولا أدرى السبب فى ذلك لان هذا الكبرى فى طريق من الدرجة الاولى وهو طريق مصر اسكندريه

وعند ما بدأ المقاول في تركيب القوالب الخشبية ووضع حديد التسليح دعيت لتغيير التصميم وعمل الكبرى المذكور من الدرجة الاولى وقد تمت بناء الاكتاف فى ذلك الوقت ولا يمكن التغيير فيها عند ذلك استعملت الكمرات النهائيه من ضمن الطريق كما هو مبين فى ش ١٥ ووضعت كل من الافريزين على كوابيل مثبتة بالكمرات وجاءت بعد ذلك صعوبة من الافريز الى آخر الجناح فوضعته علي كوابيل خرسانيه محملة تحميلا مطلقا على الجناحين الا أنه لا بدّ من وضع رواس Counterweights لاتزان الاحمال على كل من الافريزين فوصلت الكوابيل بطابقين احدهما أفقي والآخر رأسي كما هو مبين في الشكل ثم جاءت تسوية


قطاع عرضى لكوبرى الباسوسيه
قبل تعديله
قطاع عرضى لكوبرى الباسوسيه
بعد تعديله
قطاع الكابولى فى الجناح Wing Wall
تعديل كوبرى
الباسوسيه
مقياس الرسم
١/٢٠

شكل نمرة ١٥

الطريق ووضع ردم كاف لإتزان الكوابيل والافريزين عليهما وقد صنعت وحاز القبول

واتخذت بعدئذ هذه الطريقة لعمل الكبارى التي من الدرجة الاولى فصارت عرض الاكتاف ٧٫٢ متر بعد أن كانت ٩٫٢٠ متر فانشئت كباري كثيرة بهذه الطريقة اذكر منها كبرى الساحل الذى في حالة انشائه الآن بقرب القناطر الخيرية ش ١٦

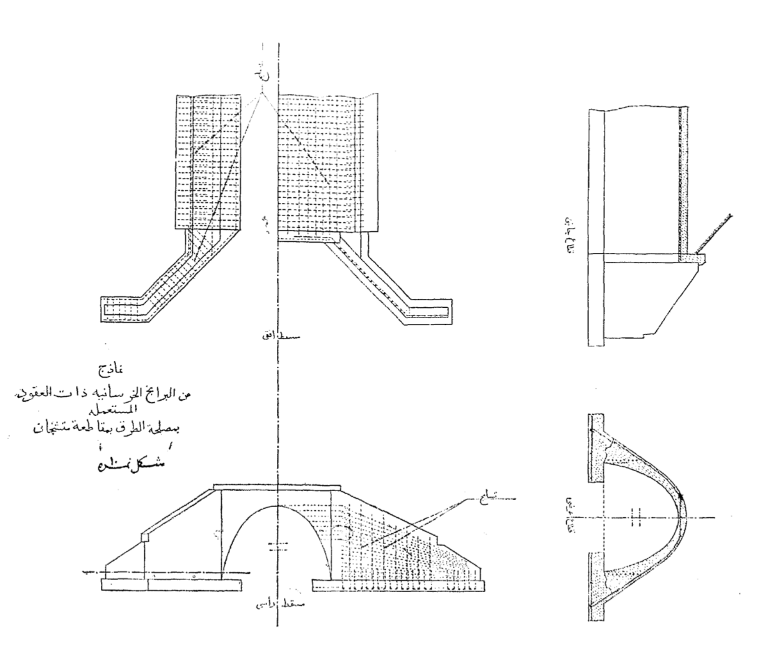
وقد ذكرته لانه يحتوى على كل ما أريد شرحه إذ يحتوى علي اربعة كمرات طوليه مثبتة في نهايتها على كمرتين عرضيتين مسلحتين فوق الاكتاف Templates وهاتان الكمرتان ضروريتان لتوزيع الحمل توزيعا منتظما على الاكتاف كما أن بعض الاسياخ السفلي في الكمر منحن لمقاومة الشد القطري وهناك أيضا ركابات رأسيه صممتها لمقاومة جهد القطع باكمله ولم أحمل الخرسانة بأى مجهود من ذلك النوع لذلك يلاحظ انهذه الركابات قريبة من بعضها بجوار الاكتاف وتبعد تدريجيا كلما اتجهت نحو وسط

الكمرة وذلك لتتناسب هذه الابعاد مع أقصي جهد القطع في القطاعات المختلفة للكمره

ثم يقطع هذه الكمرات كمرات عرضيه تصمم كانها كمرات مستمرة محمولة من اربعة مواضع فصممت الاسياخ العليا لمقاومة عزم الانحناء السالب كما أن الاسياج السفلى لمقاومة عزم الانثناء الموجب وان العزوم السالبة تتطلب ان يكون ارتفاع الكمره فوق الحوامل ٥٤ سنتيمتر بعد أن كانت ٣٦ سنتيمتر وبهذه الكمرات العرضيه ركابات رأسيه مثل الكمرات الاصلية ويعلو تلك الكمرات طابق سمكه ١٥ سنتيمتر ومحمول كل جزء منه من اربعة جوانب لمقاومة العزوم الموجبة والسالبه طبق القواعد الفرنسيه المقررة كما أن كل من الافريزين محمل على كوابيل متصلة بالكمرات العرضيه وعلي ذلك يصمم الافريز كأنه طابق مستمر محمول علي جملة حوامل ويوجد هنالك كوابيل على الحائطين الجناحين لاتصال كل من الافريزين للطريق وقد سبق شرحتها فى تعديل كبرى الباموسيه

أما البرامق (الترزينات) فهي عبارة عن اعمدة خرسانيه داخل كل منها أربعة اسياخ قطر نصف بوصه وقطاعها الأعلي اصغر من قطاعها الاسفل وذلك لمقاومة عزم الانحناء ويمر من هذه العواميد مواسير قطر كل منها بوصه واحده أما العواميد النهائية فهى اكبر من العواميد الاخرى لانها عرضة للصدمات الفجائية

هذه فكرة عامة عن الطابق الخرسانى وسأترك الكلام على العقود الخرسانيه والاكتاف والاساسات لمحاضرة أخرى ان شاء الله م ؟


مسقط افقي
تساح
مسقط رأسي
نماذج
من البرابخ الخرسانيه ذات العقود
المستعمله
بمصلحة الطرق بمقاطعة متنجان
شكل نمرة ١٠

مطبعة أبي الهول بشارع محمد علي بالقاهرة
بجوار دار الكتب الخديوية لصاحبها عثمان فهمي